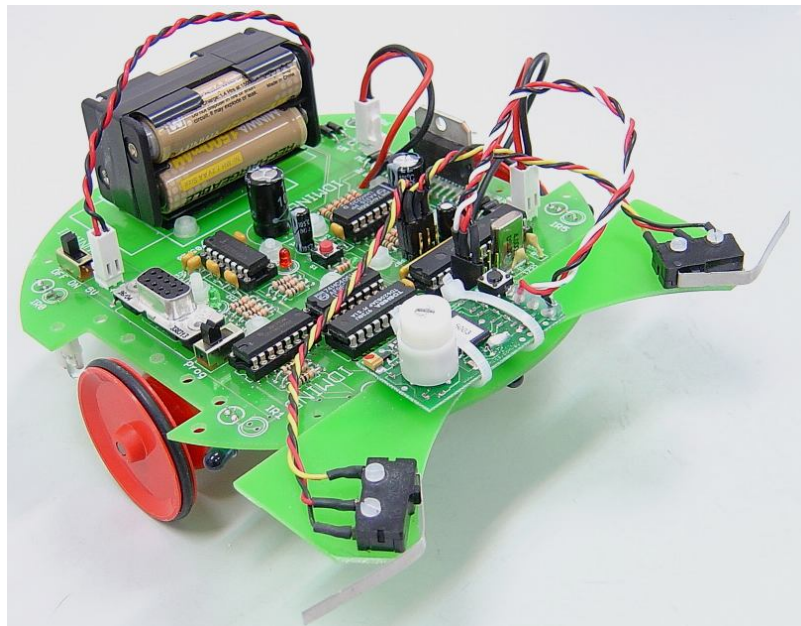




Manual de construção KidBall



Abril 2011

| Índice | Pág. |
|---|-------------|
| <u>1 Introdução.....</u> | <u>3</u> |
| <u>1.1 Estrutura Funcional de um Robô.....</u> | <u>3</u> |
| <u>2 Fatores a ter em conta na construção de um Robô.....</u> | <u>4</u> |
| <u>2.1 Construção da Plataforma</u> | <u>4</u> |
| <u>2.2 Escolha dos Motores.....</u> | <u>4</u> |
| <u>3 Material Incluído no Kit Eletrônico.....</u> | <u>6</u> |
| <u>3.1 Descrição Geral.....</u> | <u>6</u> |
| <u>3.2 Funcionamento.....</u> | <u>7</u> |
| <u>4.1 Noções Básicas de Soldadura.....</u> | <u>8</u> |
| <u>4.2 Componentes.....</u> | <u>9</u> |
| <u>4.3 Construção da Placa do Robô</u> | <u>14</u> |
| <u>4.4 Esquemas e componentes.....</u> | <u>31</u> |

1 Introdução

Os robôs têm sido objeto da imaginação e das fantasias dos seres humanos através dos tempos. Até a bem pouco tempo, a imagem que se tinha deste tipo de dispositivos era a de que se tratava de sistemas de uma grande complexidade, de elevado custo, compostos por uma amálgama de ligações elétricas e controlados por complicados sistemas computadorizados.

No entanto, nos últimos anos, os avanços que se têm verificado na tecnologia dos microcontroladores, com a redução drástica de dimensão e custo a contrastar com o espantoso aumento de potencialidades, vem permitir a realização, de uma forma simples, de um conjunto de sistemas robóticos capazes de desenvolver autonomamente tarefas de alguma complexidade.

É de notar que a construção de um robô não se resume à sua programação. Na sua concepção está envolvido um conjunto de conhecimentos inerentes às áreas da mecânica, eletrônica e programação, que tornam esse processo um desafio extremamente envolvente.

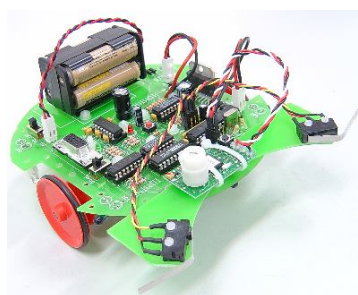


Fig. 1.1 - Robô Kidball

Neste manual são detalhados os pormenores de construção de um pequeno robô, tendo como base um *kit* eletrônico desenvolvido pelos autores deste projeto (figura 1.1). O utilizador adquirirá ao longo do processo de construção a percepção das diferentes etapas de concepção de um robô, que vão desde a soldadura dos seus componentes até à sua programação recorrendo à utilização de uma interface gráfica.

1.1 Estrutura Funcional de um Robô

A estrutura funcional de um robô pretende dar resposta aos três problemas fundamentais que lhe são postos: *Onde Estou? Para onde vou? Como vou?*

Quando um robô se desloca num determinado ambiente, faz uso dos seus sensores para se localizar e para identificar os seus objetivos. Através dos atuadores poderá deslocar-se ou manipular algum objeto. Finalmente, estas ações de percepção e de atuação são coordenadas pelo controlador de bordo. A figura 1.2 resume este funcionamento.

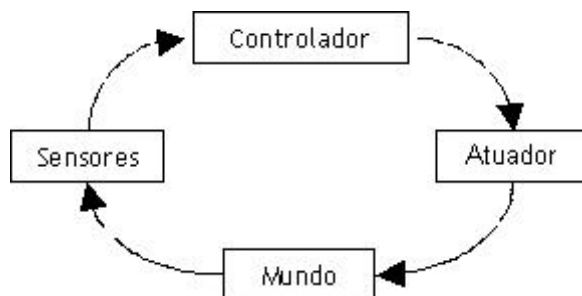


Fig. 1.2 - Ciclo de funcionamento de um robô

2 Fatores a ter em conta na construção de um Robô

Tendo em conta que este manual se centra sobre os pormenores de concepção das componentes eletrônica e de programação do robô, nesta secção pretendem-se apontar, de uma forma resumida, alguns detalhes adicionais a ter em conta na construção de um robô.

2.1 Construção da Plataforma

A plataforma poderá assumir diferentes formas, no entanto na sua concepção deverão ser tidos em conta os seguintes fatores:

- 1 Simplicidade - minimizar o número de partes móveis e a complexidade do robô;
- 2 Robustez - resistência a impactos;
- 3 Modularidade - o robô deve ser composto por um grupo de módulos que se interligam, de tal forma que um dos módulos possa ser substituído sem necessidade de remoção dos restantes.

Poderão ser utilizados diferentes materiais, mas os mais comuns são o PVC, inox, alumínio, contraplacados e acrílicos.

A figura 2.1 apresenta uma estrutura comum a muitos robôs, com dois motores independentes (tração diferencial) e uma roda livre para manter o equilíbrio.

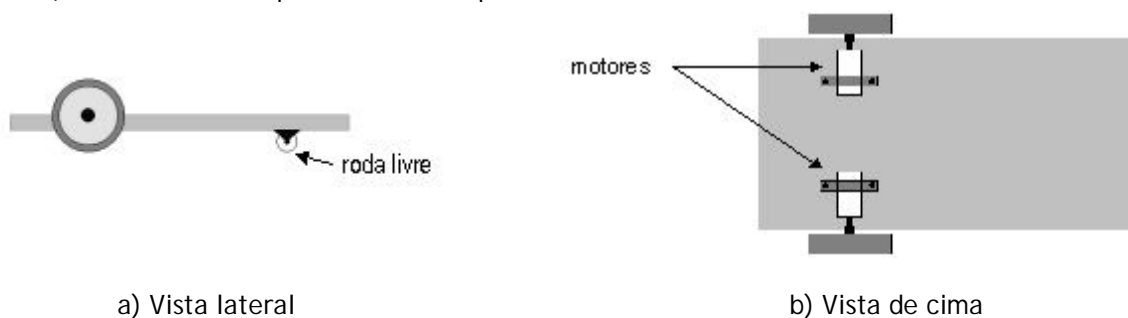


Fig. 2.1 - Robô com tração diferencial

2.2 Escolha dos Motores

Na escolha do motor apropriado a uma determinada aplicação robótica, deverão ser tidos em conta os seguintes fatores:

- 1 Tamanho e forma;
- 2 Massa;
- 3 Binário disponível;
- 4 Velocidade máxima (sem falha de comutação, sem falha nas engrenagens);
- 5 Máxima corrente/binário (sem sobreaquecimento, com dissipação das perdas).

De entre os diferentes motores que se podem encontrar no mercado - corrente contínua, passo-a-passo ou corrente alternada - os motores de corrente contínua, também conhecidos por motores DC (*Direct Current*), são os que se encontram mais difundidos devido à sua melhor relação potência/volume e também devido à grande variedade existente.

2.2.1 Ajuste do Binário e da Velocidade

Normalmente o motor não se encontra preparado para ser acoplado diretamente a uma roda, quer porque a velocidade é excessiva, quer porque o binário que fornece não é suficiente. Para adaptar o motor às necessidades é utilizado um sistema de redução (engrenagens de rodas dentadas ou roldanas) para aumentar o binário e diminuir a velocidade do seu veio.

2.2.2 Controle de Velocidade de um Motor DC

A velocidade de um motor pode ser controlada através da sua tensão (corrente) de entrada. No entanto, para evitar sobreaquecimentos nos componentes, em vez de um sinal contínuo é usado um sinal PWM (Pulse Width Modulation) onde a largura dos impulsos controla a tensão enviada e por sua vez a velocidade de rotação. A velocidade do motor varia proporcionalmente à área debaixo da porção positiva de cada período (ver figura 2.2).

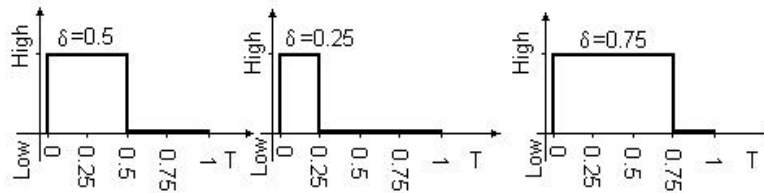


Fig. 2.2 - Sinal PWM

O fato de muitos microcontroladores possuírem este tipo de canal torna bastante simples a sua utilização. Por outro lado, são reduzidas as perdas térmicas nos componentes, pois nem sempre se tem tensão aplicada.

2.2.3 Controle de Direção

A inversão de rotação dos motores pode ser conseguida revertendo a voltagem aplicada. A solução clássica para esta situação é o uso de um esquema tipo ponte-H, tal como é exemplificado na figura 2.3. O sinal PWM poderá ser aplicado no terminal *Enable*.

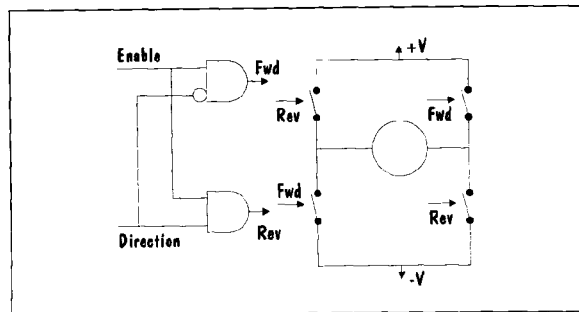


Fig. 2.3 - Ponte H

3 Material Incluído no *Kit* Eletrônico

O *kit* eletrônico disponibilizado para a construção do Robô Futebolista é o seguinte:

- 1 Placa de Circuito Impresso Kidball
- 2 LDR (Light dependent resistor)
- 3 Cabo de Ligação Série para PC
- 4 2 Motores 15:1
- 5 1 Bússola Eletrônica (quando aplicável)
- 6 Componentes diversos

3.1 Descrição Geral

Este *kit* contém todos os componentes eletrônicos necessários para construir um pequeno robô.

Este *kit* foi concebido para ser de fácil montagem e programação, permitindo a sua utilização por todos aqueles que estão interessados nas áreas da robótica e automação.

O robô a construir permitir-lhe-á desenvolver a sua capacidade de:

- 1) Identificar e construir circuitos eletrônicos;
- 2) Entender as diferentes partes que o constituem
 - 1 Sensores;
 - 2 Atuadores;
 - 3 Microcontroladores.
- 3) Desenvolver os seus próprios programas, levando o robô a executar um conjunto diverso de atividades.

Sensores

Engloba cinco receptores de infravermelhos que permitem detectar a bola emissora de infravermelhos; dois pares de sensores led emissor e LDR, para permitir a localização do robô no campo; dois interruptores de contato, que permitem detectar a colisão com obstáculos; e ainda uma bússola eletrônica que permite orientar o robô.

Atuadores

Inclui dois motores DC com uma redução de 15:1.

Microcontrolador

É o “cérebro” do robô. Aqui é tratada a informação vinda dos sensores e são tomadas as decisões de movimento a efetuar.

3.2 Funcionamento

A placa de circuito impresso Kidball contém todos os elementos necessários para a construção do pequeno robô. Nesta está instalado o cérebro do robô, um microcontrolador PIC16F876A. Este microcontrolador lê os sensores instalados na placa e atua o andar de potência que fornece a corrente necessária para a deslocação do robô. Adicionalmente esta placa permite a ligação de sensores e atuadores através de dois barramentos, os quais permitem o acesso aos pinos disponíveis de entrada/saída (E/S) do microcontrolador.

Na placa de circuito impresso podem ser montados 7 sensores analógicos. Estes sensores podem ser receptores de infravermelhos, ou receptores de luz. É disponibilizado também para cada um destes sensores um emissor de infravermelhos ou luz. Os sensores permitem ao robô realizar o seguimento de uma bola emissora de infravermelhos, detectar a localização do robô no campo e ainda detectar a colisão do robô com paredes, robôs e outros objetos. Como o processador utilizado não permite a leitura simultânea dos 7 sensores incluídos, esta placa foi criada de modo a que só um dos sensores se encontre a funcionar em cada instante de tempo. Este método permite obter um baixo consumo de energia.

O andar de potência (Ponte-H) é incluído já com toda a eletrônica necessária para fazer a sua interligação ao microcontrolador. O andar de potência permite fornecer a corrente necessária aos motores para mover o robô.

Tal como se tinha referido anteriormente, existem dois barramentos que disponibilizam as entradas/saídas disponíveis do microcontrolador. Quadro entradas analógicas (PORTA1, PORTA2, PORTA3 e PORTA5), às quais se podem ligar a bússola fornecida e outro tipo de sensores analógicos e três entradas/saídas digitais (PORTB3, PORTB6 e PORTB7) às quais se podem ligar os dois sensores de contacto fornecidos.

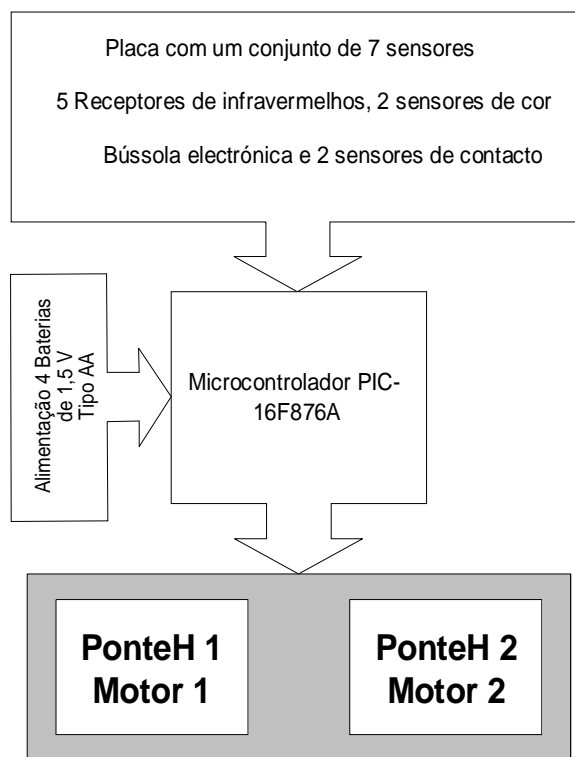


Fig. 3.1 - Arquitetura de *Hardware*

Como atuadores, optou-se pela utilização de dois motores DC de 12-24 v com uma redução de 15:1. Estes

motores apresentam uma boa relação velocidade/força e tensão/corrente quando atuados a 5 v. A figura 3.1 resume o funcionamento do robô.

4 Montagem dos Componentes

4.1 Noções Básicas de Soldadura

O sucesso da montagem do *kit* depende em grande parte da soldadura dos componentes nas placas de circuito impresso (ver figura 4.1). Torna-se assim necessário o cumprimento de algumas regras básicas nesse processo:

1. Utilizar, sempre que possível, um ferro de soldar de ponta fina e de potência não superior a 25 W, podendo estes, ser encontrados em casas especializadas em eletrônica;
2. Durante a sua utilização deverá manter sempre limpa a ponta do ferro de soldar utilizando para esse efeito uma esponja que deverá estar sempre úmida.
3. Nunca utilizar uma ponta suja ou lixada, sendo preferível a sua substituição se essa situação se verificar;
4. Deverá utilizar solda fina (0,7 mm);
5. É aconselhada a limpeza dos pinos do componente com uma lixa fina, antes de soldá-lo;
6. Pegue no ferro de soldar, coloque a sua ponta no terminal do componente e aplique o fio de solda (ver figuras 4.1 e 4.2). Este processo não deverá demorar mais do que 5 segundos, podendo o não cumprimento desta regra levar à destruição do componente em causa;
7. Depois de realizada a soldadura, a superfície desta deverá apresentar um brilho metálico, sendo este o momento ideal para cortar os extremos dos componentes;
8. Se necessitar retirar a solda deverá utilizar sempre um dessoldador;
9. Quando soldar um componente sensível deverá segurá-lo com umas pinças de modo a dissipar o calor, caso contrário o componente poderá ficar danificado;
10. Nunca utilizar mais solda do que a necessária para evitar o risco de curtos-circuitos entre pistas.

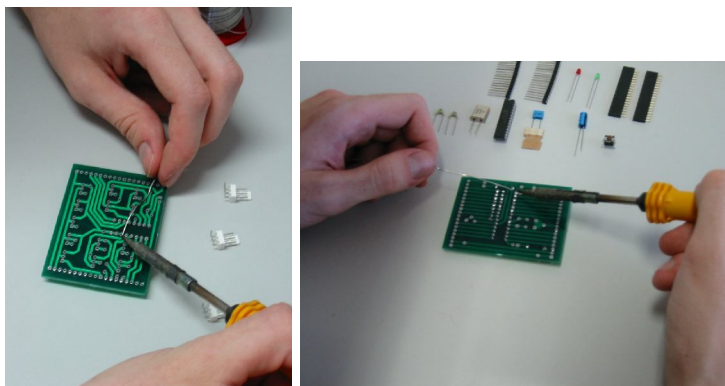


Fig. 4.1 - Soldadura dos componentes

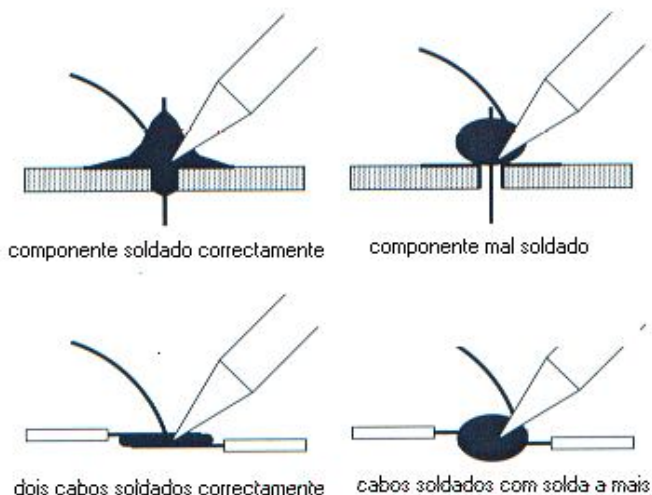


Fig. 4.2 - Métodos de soldadura

4.2 Componentes

Um circuito eletrônico é constituído por uma vasta gama de componentes, com diferentes formas, tamanhos e códigos que permitem a sua distinção. Na construção de um circuito o utilizador deverá saber identificar os diferentes componentes.

É de notar que alguns dos componentes são polarizados, devendo a sua montagem ser efetuada de uma única maneira. A deficiente montagem destes componentes poderá provocar o mau funcionamento do circuito elétrico ou até mesmo a sua destruição.

Esta seção tem como objetivo familiarizar o utilizador com os diferentes componentes existentes num simples circuito eletrônico.

4.2.1 Resistências

Geralmente as resistências apresentam-se como pequenos cilindros com algumas riscas coloridas. As resistências utilizadas neste *kit* são de $\frac{1}{4}$ Watt, o que corresponde a uma baixa potência, mas suficiente para o bom funcionamento do *robô*. O código de cores utilizado é o standard, consistindo em 4 bandas de cores em torno do cilindro. As primeiras duas bandas formam a mantissa e a terceira banda representa um expoente.

Uma resistência pode ser identificada formando um número cujo algarismo das dezenas corresponde à primeira banda de cor e o algarismo das unidades corresponde à segunda banda de cor (Ver Tabela 1 para a respectiva correspondência de cores). A terceira banda de cores corresponde ao expoente de uma potência de base 10, pelo qual teremos de multiplicar o número obtido pelas duas primeiras bandas.

A quarta banda representa a tolerância da resistência. Se esta banda for prateada a resistência tem uma tolerância de 10 %, se for dourada então a tolerância é de 5%. A tolerância representa o intervalo de erro do valor nominal da resistência fornecida pelo fabricante. Exemplo: para uma resistência de 100 Ω com uma tolerância de 5%, o valor real da resistência poderá estar compreendido entre 95 e 105 Ω .

| Cor | Valor da Banda | Fator Multiplicativo |
|----------|----------------|----------------------|
| Preto | 0 | 1 |
| Castanho | 1 | 10 |
| Vermelho | 2 | 100 |
| Laranja | 3 | 1000 |
| Amarelo | 4 | 10000 |
| Verde | 5 | 100000 |
| Azul | 6 | 1000000 |
| Violeta | 7 | |
| Cinza | 8 | |
| Branco | 9 | |

Tabela 1 - Código de cores das resistências

Como exemplo, considere uma resistência composta pela seguinte sequência de cores: **laranja, branco, vermelho**.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Laranja} = 3 \\ \text{Branco} = 9 \\ \text{Vermelho} = 2 \Rightarrow 10^2 \end{array} \right\} \Rightarrow 39 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Laranja} = 3 \\ \text{Branco} = 9 \\ \text{Vermelho} = 2 \Rightarrow 10^2 \end{array}} \right\} \Rightarrow 39 \times 10^2 = 3900 \Omega$$

(A resistência tem, portanto o valor de 3900Ω).

4.2.2 Pack de Resistências

Num circuito eletrônico pode-se também encontrar outro tipo de resistências, não unitárias, agrupadas em conjuntos que variam de 3 a 9 resistências (ver figura 4.3 que representa um *Pack* de 7 resistências).

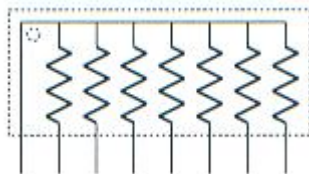


Fig. 4.3 - Pack de resistências

No *kit* disponibilizado, o conjunto utilizado tem 8 resistências mais um pino comum (identificado por um ponto). De notar que este componente é polarizado, sendo necessário verificar se está corretamente colocado antes de soldá-lo. Como se pode verificar na figura 4.4 cada um dos packs de resistências contem um ponto no lado esquerdo. Este pino marca o pino comum.

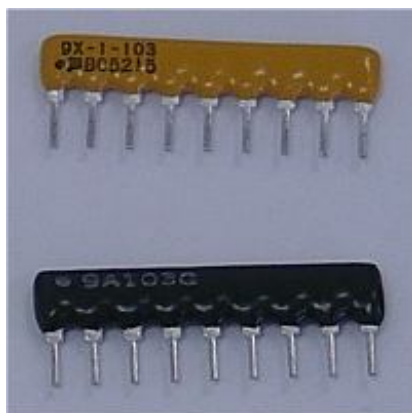


Fig. 4.4 - Pack de 8 resistências

4.2.3 Capacitores

Encontram-se no mercado vários tipos de capacitores (monolíticos, eletrolíticos e tantalum).

Monolíticos

Sendo a sua constituição de *poliéster* ou cerâmica são, geralmente, capacitores pequenos e de baixa capacidade (pF ou nF). Estes capacitores nunca são polarizados. Na figura 4.5 são apresentados os dois capacitores deste tipo utilizados.



Fig. 4.5 - Capacitores cerâmicos (esquerda 100nF, direita15pF).

Eletrolíticos

Apresentam normalmente uma forma cilíndrica, revestida por um encapsulamento plástico, apresentando grandes valores de capacidade ($> 1 \mu\text{F}$). Este tipo de capacitor é polarizado e a sua dimensão física aumenta com o aumento da sua capacidade. Na figura 4.6 são apresentados os 3 diferentes capacitores eletrolíticos utilizados neste robô. É possível verificar o diferente tamanho dos pinos dos capacitores. O pino mais comprido corresponde ao pino positivo e o curto o pino negativo. Na figura 4.7 pode-se verificar a existência de uma marca com um (-), esta marca corresponde ao pino negativo.

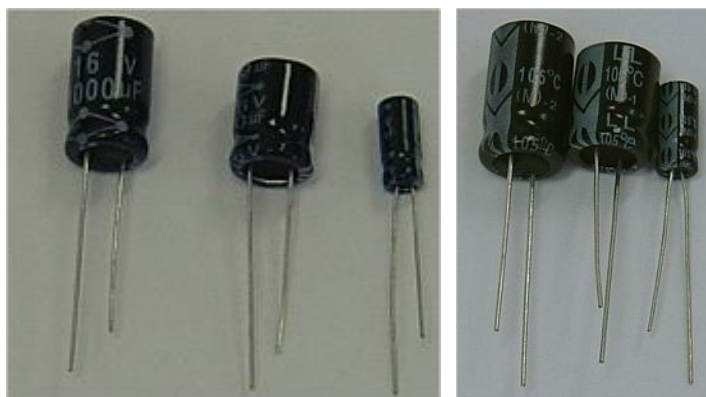


Fig. 4.6 e 4.7 - Capacitores Eletrolíticos (esquerda 1000µF/16 v, meio 470µF/16 v, direita 10µF/25 v).

Tantalum

São capacitores bastante compactos e em forma de gota. Os seus valores de capacidade são da mesma ordem que a do tipo anterior, apresentando a vantagem de serem mais fiáveis e a desvantagem de terem um custo mais elevado. Estes capacitores são sempre polarizados. Na figura 4.8 é apresentado o capacitor de tantalum utilizado no robô. Este tem um pino de maior comprimento, o qual representa o pino positivo. Encontra-se também um sinal de (+) por cima deste pino mais comprido.

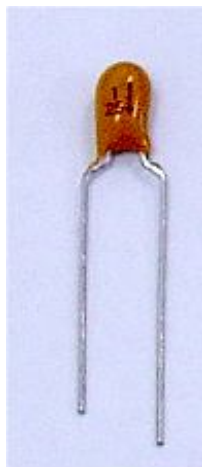


Fig. 4.8 - Capacitores Tantalum 1µF

Nota: Os capacitores polarizados poderão explodir quando a sua polaridade não é respeitada. Por este motivo, recomenda-se ao utilizador o respeito da sua polaridade aquando da sua montagem, utilizando para tal a indicação de (+) e/ou (-) da sua embalagem. Existem várias maneiras de indicar o valor do capacitor, sendo usual, para capacitores maiores que 1 µF, o valor estar representado no componente. Em alguns casos o µ funciona como ponto decimal podendo um capacitor de 4,7 µF ser representado por 4µ7. Para pequenos capacitores os seus valores são representados em picofarads (1000000pF=1µF). Outra maneira de representá-lo é, por exemplo, 473, em que o procedimento é igual ao utilizado para as resistências, ou seja, $47 \times 10^3 \text{pF} = 47000 \text{pF} = 0.047 \mu\text{F}$.

4.2.4 Díodos e Leds

Os díodos e *leds* (*Light Emitting Diodes*) têm dois pinos: o ânodo e o cátodo. O ânodo deve ser ligado a um terminal de tensão positiva em relação ao cátodo para permitir o fluxo de corrente. Caso a polaridade não seja respeitada então o componente não permite a passagem de corrente. A figura 4.9 mostra como se podem identificar os pinos dos díodos e *leds*.

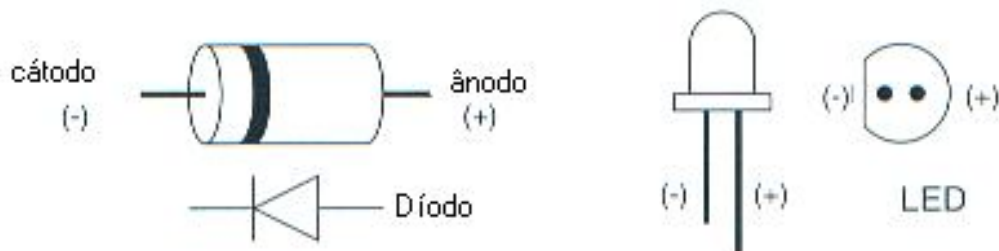


Fig. 4.9 - Polaridade dos díodos e *leds*

Geralmente os díodos são pequenos cilindros com uma pequena marca à sua volta, a qual permite a identificação do cátodo. Os *leds* são díodos que emitem luz quando uma corrente flui pelos seus terminais. A identificação da sua polaridade é feita pela verificação da "perna" mais comprida (ânodo (+)), ou então pelo lado em que a circunferência do *led* tem uma pequena parte achatada (cátodo (-)).

4.2.5 Circuitos Integrados

Os circuitos integrados (IC) são componentes constituídos internamente por circuitos complexos, podendo ser encontrados no mercado em diferentes formas e tamanhos. Geralmente, em montagens de circuitos manuais, são utilizados os chamados *DIPs* (*Dual-Inline Packages*).

Os circuitos integrados devem ser montados tendo em conta a sua numeração, a qual não está gravada no encapsulamento. Existem, no entanto, duas marcas que indicam o pino número 1. Estas duas marcas podem ser observadas como reentrâncias no *chip* - a primeira é uma pequena meia lua existente num dos lados sem pinos do *chip*, a qual indica que o pino 1 se encontra à sua direita (quando a meia lua está virada para o utilizador) e a segunda marca é um pequeno círculo existente por cima do pino número 1 (ver figura 4.10). Uma montagem incorreta deste componente provoca geralmente a sua destruição.



Fig. 4.10 - Formato de um circuito integrado do tipo *DIP*

4.3 Construção da Placa do Robô

Nesta seção é explicada a montagem dos pequenos componentes eletrônicos na placa de circuito impresso do robô. A figura 4.11 apresenta a placa de circuito impresso incluída neste *kit* eletrônico. A placa tem duas faces distintas: uma face correspondente à montagem de componentes, a qual é visível na figura 4.11, e a outra face correspondente à soldadura dos componentes. Todos os componentes devem ser colocados na face dos componentes e soldados na outra face. Exceto quando se diz explicitamente o contrário o que acontece no caso dos sensores.

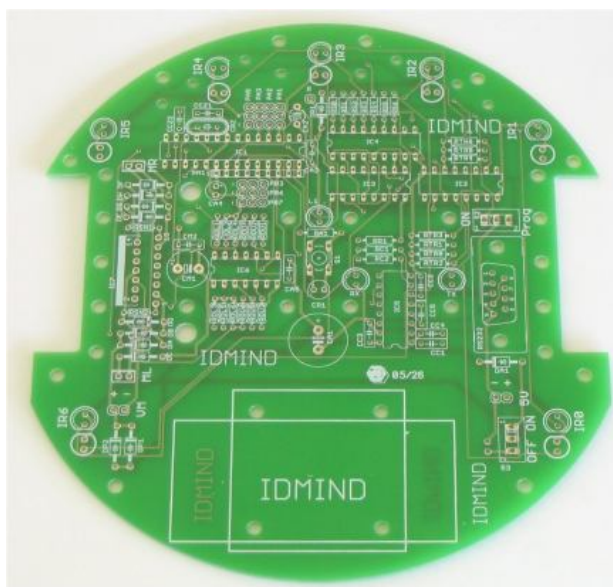


Fig. 4.11 - Placa do Robô (face dos componentes)

Depois de soldar qualquer componente que tenha pinos compridos, deverá cortar com um alicate de corte o excesso dos pinos. Este processo facilita a montagem e soldadura bem como o evitar curtos-circuitos desnecessários.

4.3.1 Montagem dos *sockets* dos circuitos integrados

Este robô contém 5 circuitos integrados. Para cada circuito integrado foi incluído um suporte (*socket*), estes suportes têm a vantagem de serem resistentes ao calor e permitirão montar e desmontar os circuitos integrados, sem grande perigo de danificá-los.

São utilizados 6 *sockets*, 1 de 28 pinos, 1 de 18 pinos, 3 de 16 pinos e 1 de 14 pinos. Tal como os circuitos integrados também estes têm uma meia-lua, que indica a posição correta do pino 1.

Solde cada um dos *sockets*, tendo em atenção à orientação da meia-lua.

O *socket* de 28 pinos deverá ser soldado em IC1, o de 18 pinos em IC4, os de 16 pinos em IC2, IC3 e IC5 e finalmente solde o *socket* de 14 pinos em IC6.

A Figura 4.12 mostra como deve ficar a placa após a montagem dos vários *sockets*.

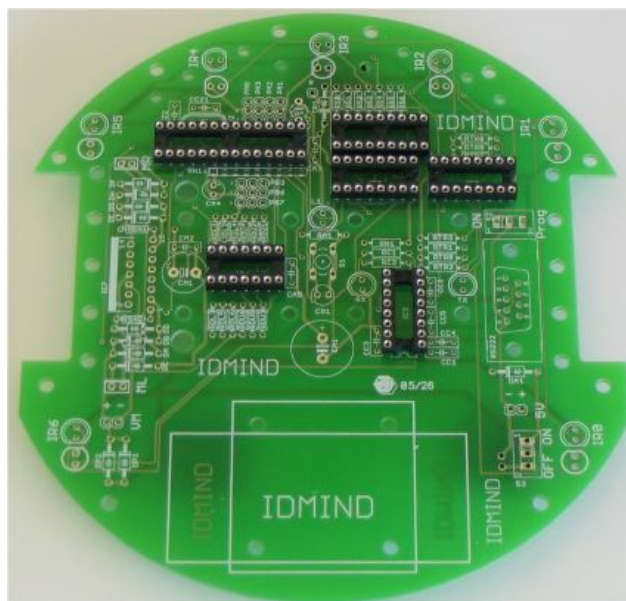


Fig. 4.12 - Montagem dos sockets na placa de circuito impresso

4.3.2 Montagem dos díodos na placa de circuito impresso

Após a montagem dos sockets deverá proceder à montagem dos 12 díodos. Deverá começar por identificar os díodos e a posição que estes ocupam na placa. Deverá ter muita atenção ao desenho impresso na placa. Nesta, os díodos são representados por um retângulo com o símbolo de díodo e uma faixa branca. Os díodos também têm esta faixa branca. Deverá montar os díodos na placa de maneira a fazer coincidir a faixa do díodo com a faixa no desenho.

Dois díodos devem ser soldados nas posições indicadas por DP1, DP2.

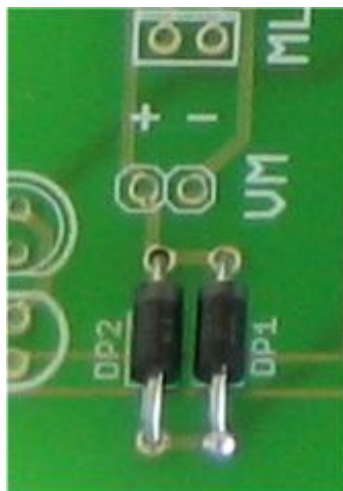


Fig. 4.13 - Montagem dos díodos DP1 e DP2

Solde os díodos em DA1, DR1.

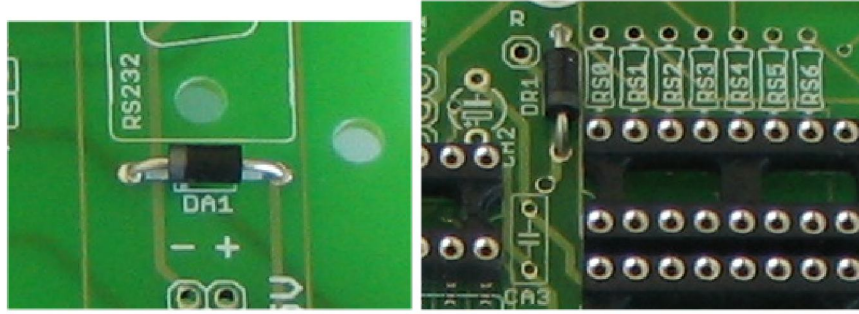


Fig. 4.14 e 4.15 - Montagem dos díodos DA1 e DR1

Finalmente DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG e DH.

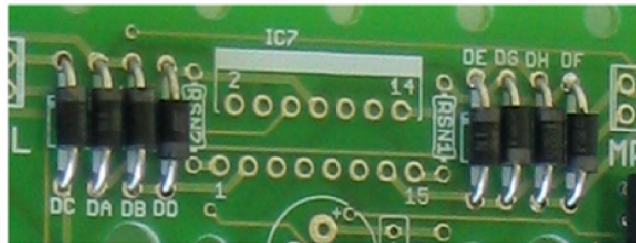


Fig. 4.16 - Montagem dos díodos DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG e DH

Após a sua montagem deverá obter uma placa como é apresentada na figura 4.17.

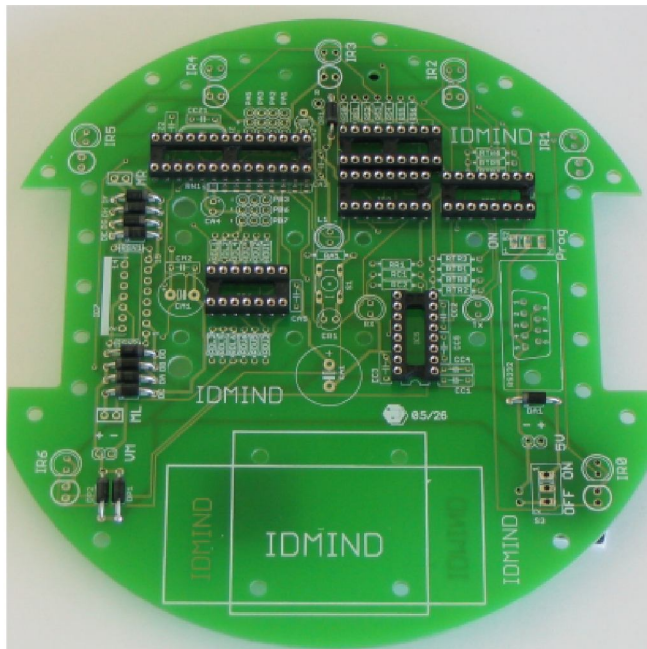


Fig. 4.17 - Montagem dos díodos.

4.3.3 Montagem das resistências na placa de circuito impresso

Após a montagem dos díodos dê início à montagem das resistências.

Identifique as resistências fornecidas utilizando o código de cores apresentado em 4.2.1.

Identifique as 8 resistências de 10K Ω (castanho, preto, laranja e ouro), estas resistências deveram ser soldadas nos locais identificados por RR1, RTR0, RTR1, RTR2, RTR3, RTR4, RTR5 e RTR6. Na figura 4.18 mostra-se como deverá estar a placa após esta montagem.

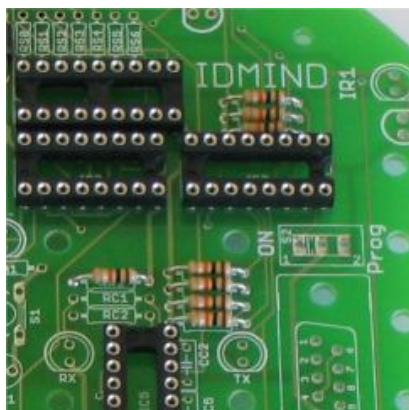


Fig. 4.18 - Montagem das Resistências de 10K Ω .

Identifique as 2 resistências de 1 Ω (castanho, preto, ouro e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RSN1 e RSN2.

Identifique a resistência de 3.3K Ω (laranja, laranja, vermelha e ouro). Esta resistência deve ser soldada no local identificado por RA1.

Identifique as 6 resistências de 1.5K Ω (castanho, verde, vermelho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RDU1, RDU2, RDU3, RDU4, RDU5 e RDU6. Na figura 4.19 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.



Fig. 4.19 - Montagem das Resistências de 1 Ω , 3.3K Ω e 1.5K Ω .

Identifique as 6 resistências de 1.3K Ω (castanho, laranja, vermelho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RDL1, RDL2, RDL3, RDL4, RDL5 e RDL6. Na figura 4.20 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

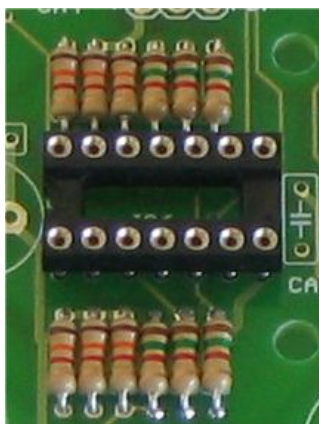


Fig. 4.20 - Montagem das Resistências de 1.3K Ω .

Identifique as 2 resistências de 1K Ω (castanho, preto, vermelho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RC1, RC2. Na figura 4.21 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

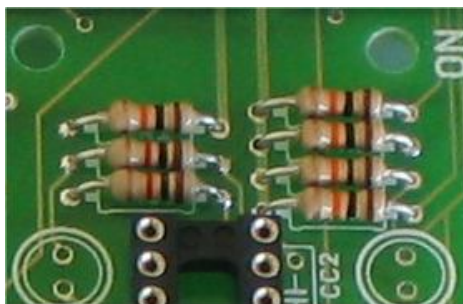


Fig. 4.21 - Montagem das Resistências de 1K Ω .

Identifique as 2 resistências de 33 Ω (laranja, laranja, preta e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por **RS0** e **RS6**. **Não deverá soldar nenhuma resistência em RS1, RS2, RS3, RS4, e RS5.**

Na figura 4.22 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

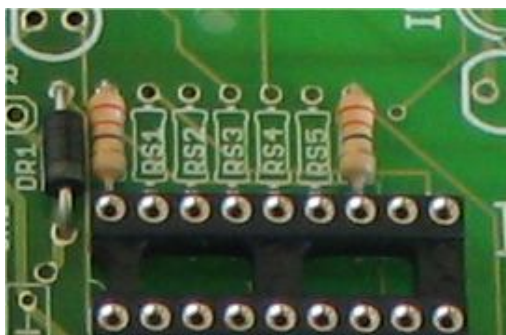


Fig. 4.22 - Montagem das Resistências de 33 Ω .

Finalmente solde o *pack* de resistências de 10K Ω na placa. Não se esqueça de identificar o pino 1 na placa, este é representado por um quadrado e encontra-se localizado ao lado das letras RN1. Monte o *pack* de resistências em RN1. A Figura 4.23 mostra o *pack* de resistências já soldado à placa.

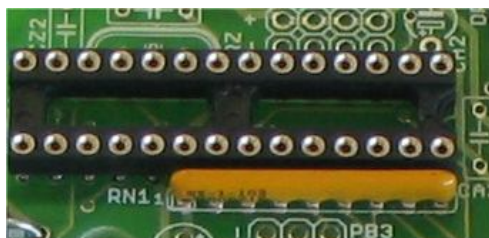


Fig. 4.23 - Montagem do Pack de Resistências de 10KΩ.

Após a montagem de todas as resistências o circuito deverá ficar com o aspecto da Figura 4.24.

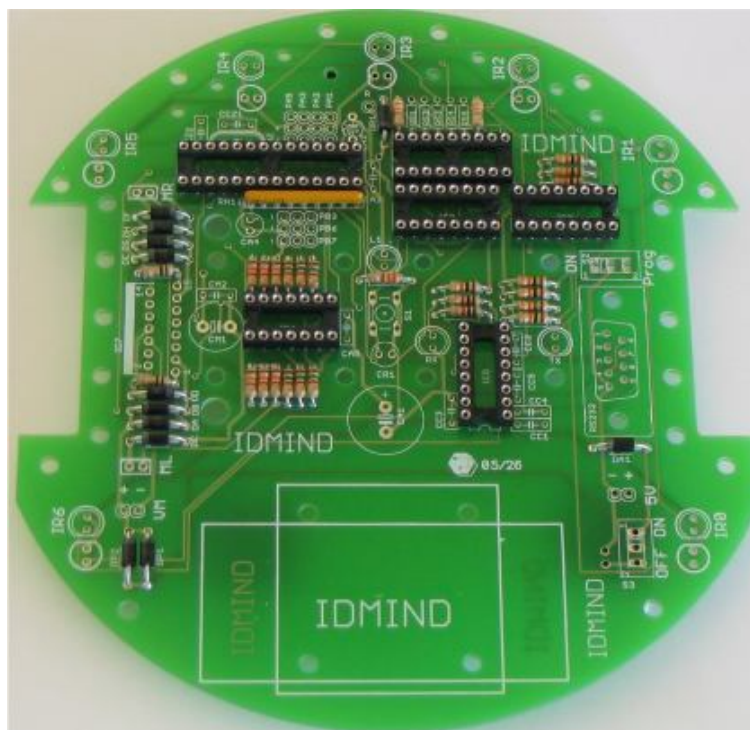


Fig. 4.24 - Montagem das Resistências na Placa.

4.3.4 Montagem dos condensadores cerâmicos e tantalum, leds e botão de reset.

Nesta seção mostram-se como devem ser soldados os condensadores cerâmicos e tantalum, os leds e o botão de reset. A ordem de montagem deverá ter em conta a altura dos componentes, já que se soldar um componente muito alto, torna-se depois difícil de soldar componentes mais baixos.

Inicie a montagem dos leds. Identifique o terminal positivo dos leds, o terminal positivo é o mais longo e o negativo é o mais curto. No desenho o terminal negativo corresponde ao lado plano. Deverá soldar os leds verdes em L1 e TX e o led vermelho em RX.

Monte e solde o botão de Reset em S1.

Solde 7 condensadores cerâmicos de 100nF em CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CA5 e CM2. Ver Fig. 4.5.

Após soldar estes componentes a placa ficará com o aspecto da figura 4.25.



Fig. 4.25 - Montagem dos condensadores, leds e botão de Pressão.

Monte agora os capacitores de 15pF em CCZ1 e CCZ2 (Fig. 4.5). Monte um condensador de 100nF em CA3, igual aos 7 montados anteriormente (Fig. 4.5).

Finalmente identifique o capacitor de tantalum (Fig. 4.7) e monte este em CA2. Verifique que na placa existe a indicação de um (+) que indica a posição do terminal positivo. Após soldar estes componentes a placa ficará com o aspecto da figura 4.26.

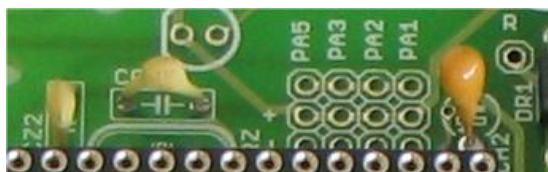


Fig. 4.26 - Montagem dos condensadores de 15pF e tantalum.

4.3.5 Montagem dos Terminais de Ligação

Vamos proceder agora à montagem dos terminais de ligação a alimentação, dos motores e dos pinos para os sensores.

É incluída no kit uma barra de pinos, deverá cortar essa barra em 7 conjuntos de 3 pinos. Deverá soldar um primeiro conjunto em PB3 (paralelo ao Pack de Resistências), para tal deverá colocar os três pinos no local destinado e soldar somente um da ponta. Após soldar o primeiro pino deverá verificar se os pinos estão perpendiculares à placa. Caso não estejam deverá tentar aquecer o pino soldado e tentar movimentar os pinos até estes estarem perpendiculares. Quando estiverem perpendiculares poderá soldar os restantes dois pinos. Proceda da mesma forma para PB6 e PB7.

Os outros 4 conjuntos de 4 pinos devem ser soldados da mesma forma em PA1, PA2, PA3 e PA5.

Após a montagem estes pinos devem ficar como mostra na Figura 4.27

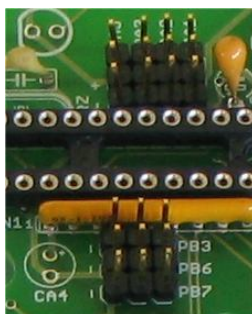


Fig. 4.27 - Montagem dos pinos de Ligação.

Deverá proceder agora à montagem dos terminais de dois pinos com revestimento branco. Em ML, MR e 5 v.

Deverá orientar os terminais de acordo com a Figura 4.28, 4.29, 4.30.

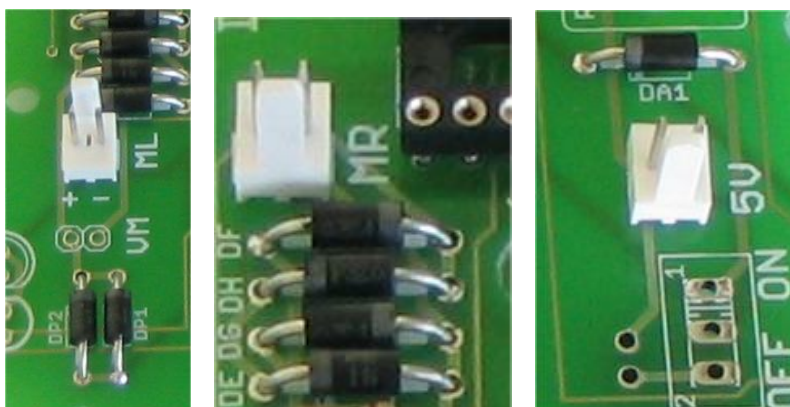


Fig. 4.28, 4.29, 4.30 - Montagem dos terminais em ML, MR e 5 v.

4.3.6 Montagem dos interruptores, do cristal de 4MHz, dos condensadores de 10 μ F/25 v e do terminal série.

Introduza os interruptores fornecidos em S2 e S3 solde um dos pinos. Verifique que estes se encontram encostados à placa. Se estiverem, solde os restantes pinos, caso contrário aqueça o pino soldado e tente encostar os interruptores à placa.

Monte os dois capacitores de 10 μ F em CR1 e CA4, verifique que a polaridade se encontra correta. Solde os dois capacitores à placa.

Introduza o cristal em CRZ e solde.

Finalmente introduza o terminal de ligação série em RS232 e solde, tendo em atenção que este deverá estar completamente encostado à placa.

No final deverá ficar com a placa como na Figura 4.31.

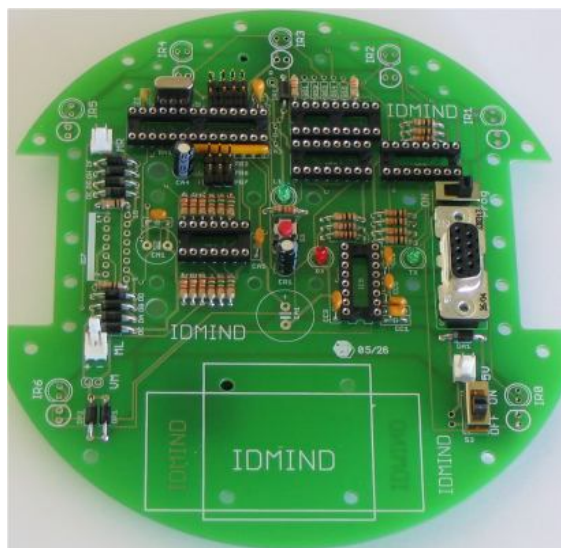


Fig. 4.31 - Montagem dos Interruptores, Cristal de 4MHz, Capacitores de 10µF/25 v e Terminal Série.

4.3.7 Montagem dos Capacitores de 1000µF e 470µF e Andar de Potência.

Monte o capacitor de 470µF em CM1. Verifique se a polaridade se encontra correta e solde. Introduza o Andar de Potência L298N em IC7 e solde. Finalmente monte o capacitor de 1000µF em Ca1, tendo em atenção à polaridade, e solde.

Após a montagem destes componentes a placa deverá ficar igual à figura 4.32.

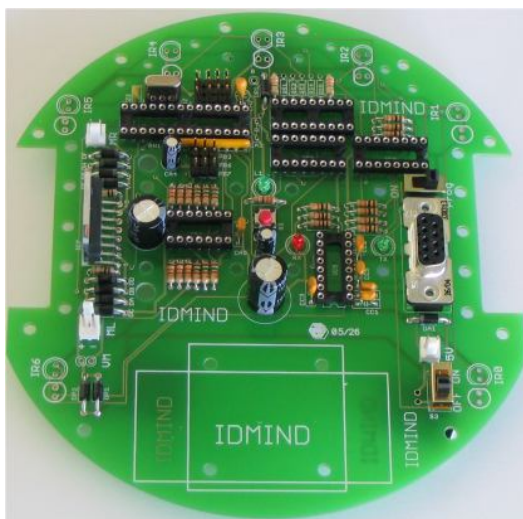


Fig. 4.32 - Montagem dos Capacitores de 1000µF e 470µF e Andar de Potência

4.3.8 Montagem dos Sensores de Infravermelhos na placa.

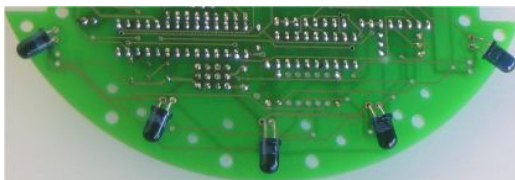
A próxima montagem aqui apresentada é uma de várias hipóteses de montagem dos sensores. Neste caso optou-se por montar 5 receptores de infravermelhos para a detecção da bola de infravermelhos. Não são montados emissores de infravermelhos, porque a emissão de infravermelhos é efetuada pela bola de infravermelhos.

São incluídas duas resistências variáveis com a Luz (LDR's) para detectar a posição do robô no campo, neste caso são incluídos dois leds emissores de luz verde.

As figuras 4.33 e 4.34 mostram como devem ser montados os receptores de infravermelhos.



4.33 - Locais de montagem dos sensores de infravermelhos



4.34 - Montagens dos sensores de infravermelhos

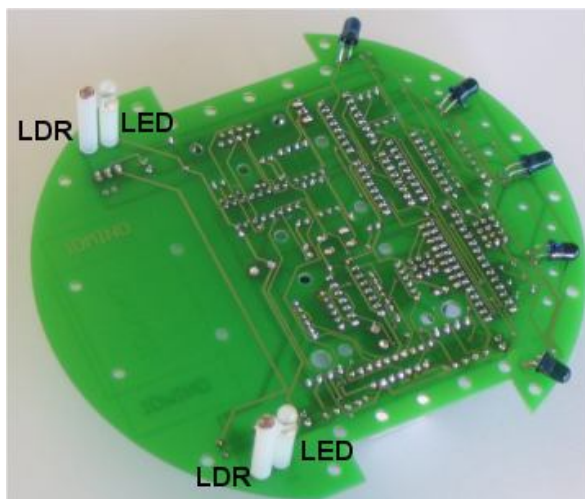
Como é possível verificar na Figura 4.34 os sensores devem ser montados de maneira a ser possível detectar uma bola em frente. Por isso antes de montar os sensores, deverá tomar o seguinte procedimento:

Identificar o pino positivo e o pino negativo dos receptores de infravermelhos. Identificar o local de inserção destes na placa. Na Figura 4.33 mostra-se a azul o local de inserção. Identificar na placa qual o pino positivo e qual o negativo. O negativo corresponde ao lado plano do símbolo. Fazer um ângulo de 90 graus nos pinos de forma a soldar estes virados para frente do Robô. Introduzir os pinos do led por baixo. Soldar um dos pinos. Verificar que estes leds estão com a orientação desejada e finalmente acabar de soldar.

4.3.9 Montagem dos Sensores de Chão.

Tal como foi referido na secção anterior, o Robô vai utilizar duas LDR's para detectar o chão e dois leds verdes para iluminar o chão.

Após a montagem os pares emissor/receptor deverão ficar como apresentado na figura 4.35

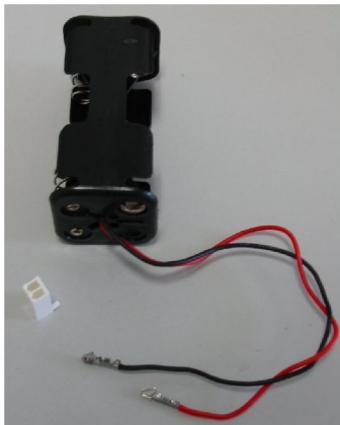


4.35- Montagens dos sensores de chão

Os sensores de chão devem ser utilizados para detectar a variação de cor no chão para tal devem ser aproximados a este. São utilizados espaçadores para este efeito. Existem dois tipos de espaçadores, o mais longo deverá ser utilizado com a LDR e o mais curto com o led verde. Os leds verdes devem ser montados, por baixo, nos locais indicados por IR0 e IR6. Deverá ter em atenção à polaridade destes. Solde só um dos pinos e verifique que o Led fica perpendicular à placa e o espaçador se encontra encostado ao Led e à placa. Solde agora as LDRs, neste caso como esta é uma resistência não tem polaridade. Para soldar deverá proceder como no Led verde. Faça com que o Led e a LDR fiquem paralelas, para uma melhor leitura do chão.

4.3.10 Montagem do suporte de Pilhas.

Monte o suporte de pilhas de acordo com a figura 4.36. Para tal deverá soldar os pequenos terminais metálicos aos fios do suporte e encaixá-los no respectivo suporte branco de duas entradas. Este suporte irá ser ligado nos terminais de alimentação "+" e "-" da placa no local indicado por "5 v". Tenha em atenção que quando o ligar deverá fazer coincidir o fio vermelho com o terminal positivo.

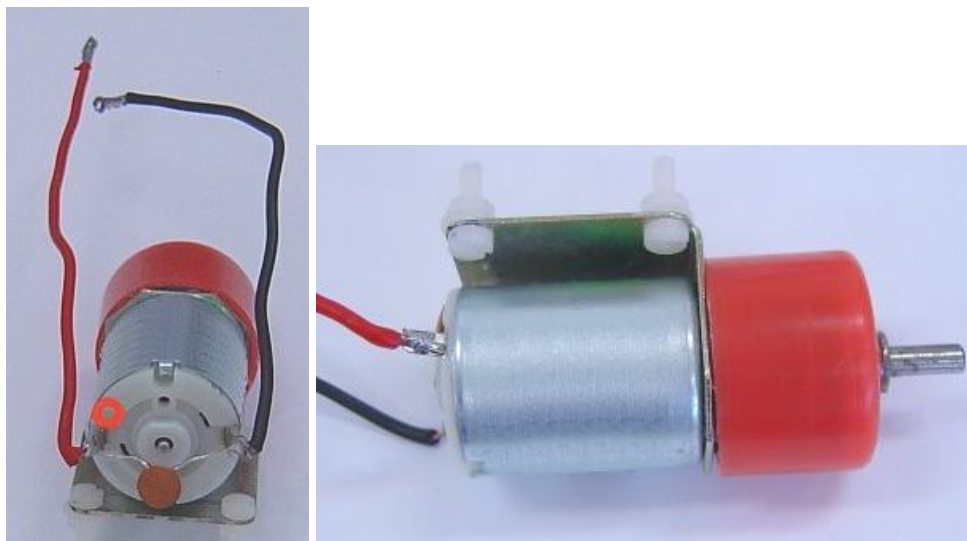


4.36- Montagens do suporte de Pilhas

4.3.11 Montagem dos fios dos motores

Monte os motores de acordo com a figura 4.37. Para tal deverá soldar um pequeno terminal metálico numa ponta do fio preto e outra na ponta do vermelho. Solde a outra ponta do fio vermelho ao terminal positivo do motor. O motor num dos terminais tem a indicação de polaridade com um (+). Solde o fio preto ao terminal negativo do motor.

Repita este processo para o segundo motor.



4.37 - Montagens do Motor

Após a montagem dos fios no motor, deverá montar os 4 parafusos brancos neste. No outro lado deverá colocar uma porca branca em cada um dos parafusos, ver figura 4.37. Esta porca é muito importante já que o suporte do motor é metálico, podendo criar curtos-circuitos na eletrônica.

4.3.12 Montagem dos motores na base e roda Livre.

Monte a roda livre passando quatro parafusos brancos nos orifícios desta e prenda estes parafusos utilizando as porcas brancas. Estas porcas vão criar uma altura que fará que quando o Robô tiver os motores e as rodas montadas a placa fique horizontal.

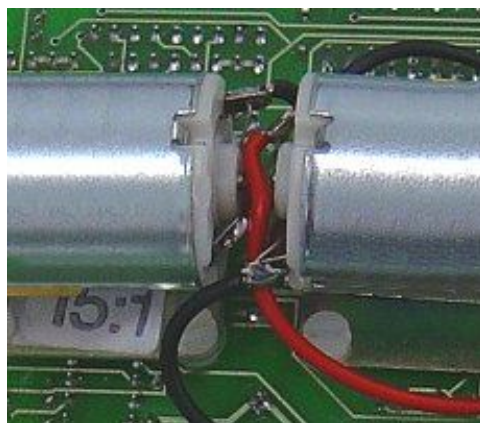
Monte a roda livre na placa na zona traseira e utilize mais quatro porcas brancas para prender bem esta roda à placa. Ver figura 4.40.

Identifique os locais de encaixe dos motores, a figura 4.38 mostra a branco o local de encaixe do motor esquerdo e a verde o local de encaixe dos parafusos do motor direito.



4.38- Locais de montagem dos motores

O segundo passo deverá ser o seguinte em ambos os motores incline o terminal positivo para dentro em direção ao centro do motor e o terminal negativo na direção contrária. Como se pode verificar na Figura 4.40. Este procedimento é muito importante já que assim os terminais dos motores não tocam entre si.



4.39- Disposição dos terminais do motor para um funcionamento correto.

Monte agora os motores nos locais indicados, verifique que não existe nenhum terminal de eletrônica a tocar na base metálica do motor.

Os fios do motor do lado esquerdo devem passar no orifício do lado das pilhas, os fios do motor do lado direito devem passar no outro orifício.

Deverá utilizar 8 porcas brancas para fixar os motores à placa. Aperte com força para garantir a estabilidade da posição dos motores.

Finalmente monte as rodas, encaixando estas nos veios metálicos dos motores do robô.

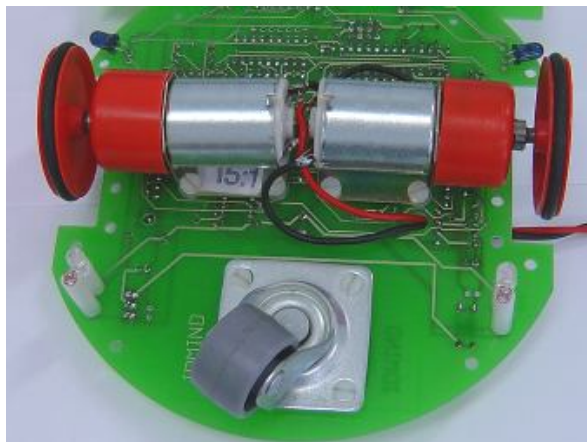


Fig. 4.40- Montagem dos motores e roda livre

Pegue agora nos terminais metálicos dos dois motores e encaixe-os nos respectivos suportes brancos de duas entradas. Os fios pretos devem ficar ligados do lado esquerdo e os fios vermelhos do lado direito do Robô. O terminal correspondente ao motor da esquerda deve ser encaixado em **ML** e o motor da direita deverá ficar encaixado em **MR**. Ver a figura 4.41.

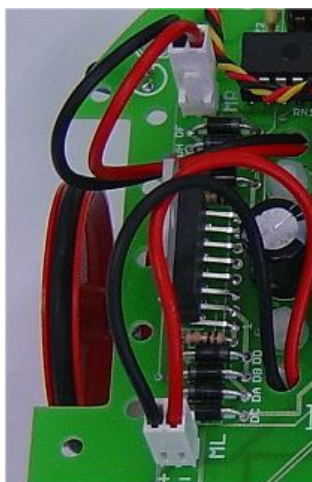


Fig. 4.41- Encaixe dos terminais dos motores

4.3.13 Montagem dos circuitos integrados nos sockets

Deverá agora encaixar os circuitos integrados nos *sockets*. Deverá ter em atenção à orientação dos circuitos integrados como pode ser observado na **seção 4.2.5**.

A correspondência dos integrados na placa é a seguinte:

IC1 - PIC16F876A

IC2 e IC3 -74HC4051N

IC4 - ULN2803A ou TD62083AP

IC5 - ICL232CPE ou HIM232 ou MAX232

IC6 - 74HC86N

4.3.14 Montagem dos sensores de contato

Utilize o fio preto, vermelho e amarelo fornecidos para montar os sensores de contato.

Deverá soldar o fio preto no terminal mais afastado da alavanca do sensor de contato, o fio vermelho no pino central e o fio amarelo no terminal mais perto do eixo da alavanca do sensor de contato. Poderá utilizar um pouco de manga térmica para dar um pouco mais de resistência à ligação.

Utilize agora os terminais fêmea de 3 pinos fornecidos para soldar os fios. Deverá soldar o fio vermelho no meio e os outros dois fios nas pontas. Poderá antes de soldar utilizar um pouco de manga térmica para dar resistência à ligação.

No final poderá enrolar com muito cuidado os três fios para ficar com o aspecto da figura 4.42.



Fig. 4.42 - Montagem dos sensores de contato

Utilize o mesmo processo para montar o outro sensor de contato.

4.3.15 Meia-Lua.

Um dos requisitos fundamentais para um jogo de futebol robótico é manter o domínio da bola. Idealmente, o robô deve poder manter a bola sempre à sua frente. Com vista a garantir esse requisito, recomenda-se a instalação, na parte da frente do Robô, de uma meia-lua paralela ao chão. Esta permitirá o controle da bola de forma segura, obtendo-se grande domínio sobre a sua direção.

Poderá utilizar um pouco de PVC ou outro tipo de material para criar a forma parecida com a representada na figura 4.43.

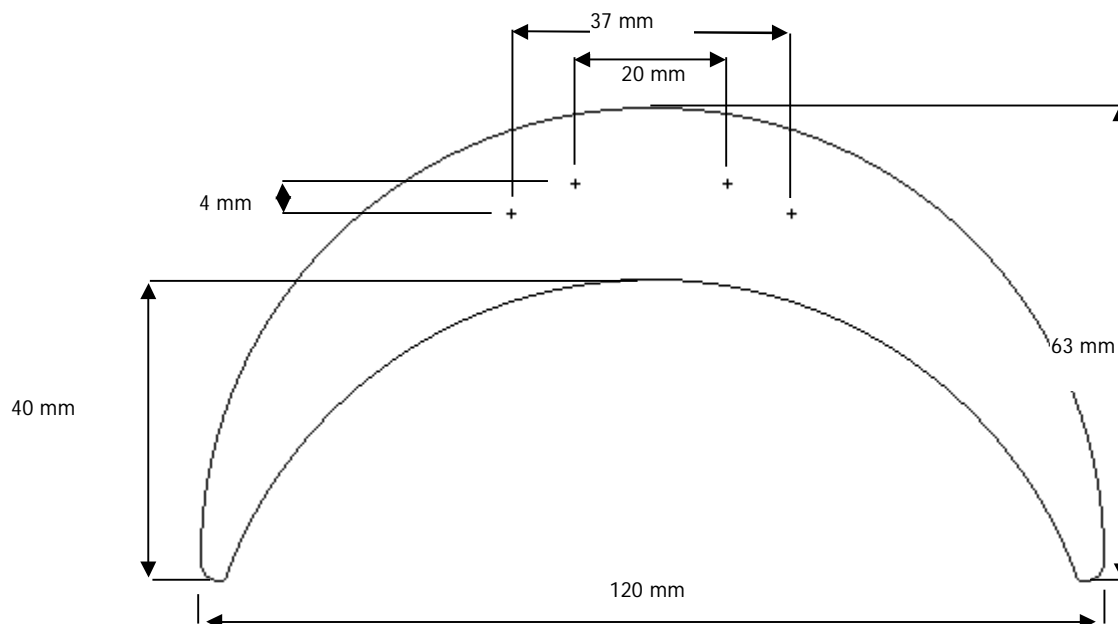


Fig. 4.43 - Meia-Lua

Os furos para fixação (+) devem estar de acordo com as marcações existentes na base do Robô. Tendo a meia-lua pronta, aparafusa-se à placa de circuito impresso. Esta ocupará o local reservado aos sensores de contato.

Assim os sensores de contato ficam disponíveis para ser montados noutro local onde possam ser úteis para a detecção de colisões.

Recomenda-se que estes sensores sejam montados de forma a possibilitar a detecção de colisões não desejadas, dando assim informação ao controlador que permitirá evitar situações de conflito dentro do campo. Um local lógico para a sua montagem é na própria Meia - Lua. Ver Figura 4.44



Fig. 4.44 - Exemplo de montagem dos sensores de contato.

Utilize os 8 pares de parafusos e porcas fornecidos para montar a Meia-Lua ao robô. Ver figura 4.44 e 4.45.



Fig. 4.45 - Exemplo de montagem dos sensores de contato.

Deverá agora ligar os terminais dos sensores de contato no Robô. O sensor de contato do lado direito deverá ficar ligado em PB7 ficando o fio amarelo virado para a referência PB7. O sensor de contato do lado esquerdo deverá ficar ligado em PB6, com o terminal amarelo virado para a referência PB6. Ver figura 4.46.



Fig. 4.46 - Montagem dos terminais dos sensores de contato na placa.

4.3.16 Montagem da bússola eletrônica

A bússola eletrônica (não incluída no kit base) é utilizada para orientar o Robô, esta fornece 8 tensões analógicas as quais podem corresponder aos seguintes pontos cardeais N, NE, E, SE, S, SO, O e NO. Esta bússola tem um botão de RESET o qual é utilizado para indicar o “Norte”. Assim, sempre que o Robô é colocado no campo, aponta-se o Robô para a baliza do adversário e basta carregar no reset da bússola e este fica, a saber, qual a orientação que tem face à baliza do adversário.

A bússola é fornecida com 3 terminais, um branco correspondente ao sinal, um preto correspondente à massa e um vermelho pelo qual recebe a alimentação de 5 v.

Deverá utilizar um dos terminais fêmea de três pinos para ligar a bússola ao robô. Para tal deverá soldar o terminal vermelho no terminal do meio e os outros nas pontas. Ver figura 4.47



Fig. 4.47 - Montagem dos terminais na bússola.

A ligação da bússola na placa deverá ser efetuada em **PA1**. Ao contrário dos sensores de contato o terminal branco deverá ficar virado para o microcontrolador e o terminal preto para a referência **PA1**.

Poderá utilizar duas braçadeiras para montar a bússola na meia-lua do Robô. Ver figura 4.48



Fig. 4.48 - Exemplo da montagem da bússola no Robô

4.3.17 Final da montagem

No final da montagem o Robô ficará com o aspecto apresentado na figura 4.49

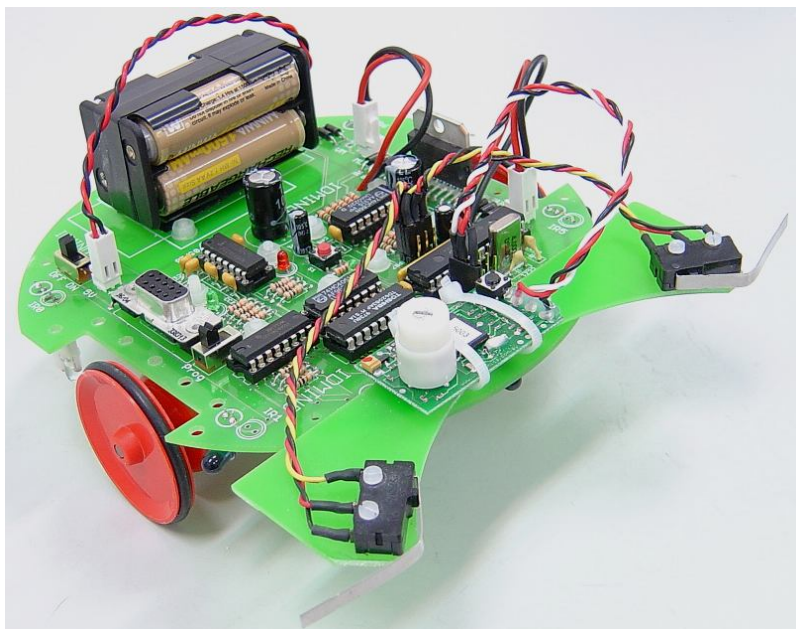


Fig. 4.49 - Montagem final

4.4 Esquemas e componentes

4.4.1 Componentes utilizados

| | |
|--------------|--|
| IC1 | Socket 28 pinos e PIC16F876 |
| IC2, IC3 | Socket 16 pinos e 74HC4051N |
| IC4 | Socket 18 pinos e ULN2803A/TD62083AP |
| IC5 | Socket 16 pinos e ICL232CPE/HIM232/MAX232 |
| IC6 | Socket 14 pinos e 74HC86N |
| IC7 | L298N |
| CA1 | Capacitor Eletrolítico 1000 μ F/16 v |
| CM1 | Capacitor Eletrolítico 470 μ F/16 v |
| CR1, CA4 | Capacitor Eletrolítico 10 μ F/25 v |
| CCZ1, CCZ2 | Capacitor cerâmico de 15 pF |
| CC1 a CC5 | Capacitor cerâmico de 100nF |
| CA3, CA5 | Capacitor cerâmico de 100nF |
| CM2 | Capacitor cerâmico de 100nF |
| CA2 | Capacitor de Tantalum de 1 μ F |
| RSN1 e RSN2 | Resistência 1 Ω |
| RS0 e RS6 | Resistência 33 Ω |
| RC1 e RC2 | Resistência 1K Ω |
| RDL1 a RDL6 | Resistência 1.3K Ω |
| RDU1 a RDU6 | Resistência 1.5K Ω |
| RA1 | Resistência 3.3K Ω |
| RR1 | Resistência 10K Ω |
| RTR0 a RTR6 | Resistência 10K Ω |
| CRZ | Cristal de 4Mhz |
| DR1 e DA1 | Díodo 1N5818 |
| DP1 a DP2 | Díodo 1N5818 |
| DA a DH | Díodo 1N5818 |
| S1 | Botão de RESET |
| S2 e S3 | Interruptor de duas posições |
| RS232 | Terminal Serie 180 graus |
| L1 e TX | Led Verde 3 mm |
| RX | Led Vermelho 3 mm |
| 5 v, ML e MR | Terminais 2 pinos macho, fêmea e terminais |

| | |
|-----------------|---|
| | metálicos. |
| PB3, PB6 e PB7 | Terminais metálicos 3 pinos macho e fêmea |
| PA1 a PA3 e PA5 | Terminais metálicos 3 pinos macho e fêmea |
| IR0 e IR6 | LDR, Led Verde e espaçadores. |
| IR1 a IR5 | Receptor de infravermelhos |
| | 1 suporte de 4 pilhas AA |
| | 2 Sensores de Contato |
| | 8 parafusos e porcas M2 |
| | 12 parafusos M3 |
| | 24 porcas M3 |
| | 2 Motores DC 15:1 |
| | 2 Rodas |
| | Roda livre |
| | Fio |
| | Cabo Série |
| | CD de instruções e programas |

4.4.2 Localização dos componentes na placa

